

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventor application of: Christophe MALEVILLE

Confirmation No.: 7460

Application No.: 10/619,596

Group Art Unit: 2812

Filing Date: July 16, 2003

Examiner:

For: METHOD OF INCREASING THE AREA
OF A USEFUL LAYER OF MATERIAL
TRANSFERRED ONTO A SUPPORT

Attorney Docket No.: 4717-5700

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Missing Parts

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants have claimed priority under 35 U.S.C. § 119 of French Application No. 0209020 filed July 17, 2002. In support of this claim, a certified copy of said application is submitted herewith.

No fee or certification is believed to be due for this submission. Should any fees be required, however, please charge such fees to Winston & Strawn LLP Deposit Account No. 50-1814.

Respectfully submitted,

Dec. 10, 2003
Date

E. Bradley Gould (Reg. No. 41,792)
For: Allan A. Fanucci (Reg. No. 30,256)

WINSTON & STRAWN LLP

Customer No. 28765

202-371-5771

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 07 JUIL. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

ceifa
N° 11354*02

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 010801

REMISE DES PIÈCES DATE 0209020 LIEU N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 17 JUIL 2002 Vos références pour ce dossier (facultatif) 239528/D.19898 R		Réservé à l'INPI I.N.P.I. RENNES 17 JUIL. 2002		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET REGIMBEAU Espace Performance Bâtiment K 35769 SAINT-GREGOIRE CEDEX	
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie					
2 NATURE DE LA DEMANDE Demande de brevet Demande de certificat d'utilité Demande divisionnaire <i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		Cochez l'une des 4 cases suivantes <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N° _____ Date _____ N° _____ Date _____ N° _____ Date _____			
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) "Procédé d'augmentation de l'aire d'une couche utile de matériau reportée sur un support"					
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases) Nom ou dénomination sociale Prénoms Forme juridique N° SIREN Code APE-NAF		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES Société Anonyme 3 8 4 7 1 1 9 0 9 Parc Technologique des Fontaines Chemin des Franques 3 8 1 9 0 BERNIN FRANCE Française			
Domicile ou siège Rue Code postal et ville Pays Nationalité N° de téléphone (facultatif) Adresse électronique (facultatif)		N° de télécopie (facultatif) <input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2



REMISE DES PIÈCES DATE LIEU N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI 0209020 I.N.P.I. RENNES 17 JUL. 2002	DB 540 @ W / 010801
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		239528/D.19898R	
6 MANDATAIRE <i>(s'il y a lieu)</i>			
Nom		BRANGER	
Prénom		Jean-Yves	
Cabinet ou Société		CABINET REGIMBEAU	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	Espace Performance Bâtiment K	
	Code postal et ville	35170 SAINT-GREGOIRE	
	Pays	FRANCE	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		02 23 25 26 50	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		02 23 25 26 59	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
7 INVENTEUR(S)		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'Inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance <i>(en deux versements)</i>		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention <i>(joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence)</i> : AG [] [] [] [] []	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) BRANGER Jean-Yves Mandataire CPI N° 92-4010		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	

La présente invention concerne un procédé permettant d'augmenter l'aire de la couche utile d'un matériau semi-conducteur effectivement reportée sur un support, lors de la fabrication de substrats, notamment
5 pour l'électronique, l'optique ou l'opto-électronique.

Actuellement, parmi ces substrats, tous ceux fabriqués par des techniques combinant le collage par adhésion moléculaire (connu sous la terminologie anglo-saxonne de « wafer bonding ») et le transfert d'une
10 couche utile sur un support, présentent une zone dite de « couronne périphérique ».

Cette couronne est une zone située à la périphérie du support et dans laquelle le transfert de la couche utile n'a pas eu lieu, ou bien, lorsqu'il a eu
15 lieu, une zone dans laquelle la couche utile a été transférée de façon partielle ou a ensuite disparu au cours d'un traitement ultérieur, du fait de sa mauvaise adhérence sur ce support.

Les figures 1 et 2 jointes sont des schémas illustrant respectivement en coupe et en vue de dessus,
20 un substrat connu de l'homme du métier sous l'acronyme "SOI" de l'expression anglo-saxonne "silicon on insulator" signifiant silicium sur isolant.

Sur la figure 1, on peut voir un support 1 en silicium sur lequel a été transférée par adhésion
25 moléculaire, une couche composite 2 comprenant une couche d'oxyde de silicium 21 surmontée d'une couche de silicium 22.

On définit par le terme de couronne 3, une
30 zone sensiblement annulaire du support 1 où la couche composite 2 n'a pas été reportée ou mal, lors du transfert de couche.

Plus précisément, sur la vue de dessus de la figure 2, on constate que cette couronne 3 est d'une largeur et/ou d'une forme variable, c'est à dire que le bord latéral vertical 200 de la couche composite 2 peut être irrégulier (dentelé) et/ou qu'il peut exister des îlots 2' de couche composite, reportés sur le support 1 mais espacés du reste de la partie centrale de ladite couche composite 2.

On notera que les figures 1 et 2 ne sont que des schémas qui ne sont pas à l'échelle, tant en ce qui concerne l'épaisseur des différentes couches et du support que la largeur de la couronne.

On retrouve ce phénomène de couronne avec d'autres substrats, par exemple ceux connus sous l'acronyme « SICOI » de l'expression anglo-saxonne « *silicon carbide on insulator* » signifiant carbure de silicium sur isolant, ou sous l'acronyme « SOQ » de l'expression anglo-saxonne « *silicon on quartz* » signifiant silicium sur quartz. D'autres substrats à plusieurs couches, tels que ceux comprenant par exemple de l'arséniure de gallium sur du silicium (AsGa/Si) présentent également cette couronne.

Indépendamment du diamètre du support 1 qui peut varier par exemple de 2 pouces (50 mm) pour du carbure de silicium à 12 pouces (300 mm) pour certains substrats de silicium, la largeur de cette couronne 3 varie généralement de 1 à 4 mm, plus ou moins 0,5 mm. En outre, cette largeur peut fluctuer, c'est à dire qu'elle peut être plus petite d'un côté du substrat et plus grande de l'autre.

L'apparition de cette couronne lors du transfert de couches a plusieurs origines que l'on détaillera ci-après. On citera notamment l'existence de chanfreins sur les substrats utilisés, les variations de l'énergie de collage et enfin, certaines étapes agressives des procédés de fabrication de substrats.

Afin d'expliquer l'apparition de cette couronne, on se référera maintenant à la figure 3 jointe qui représente de façon schématique et en coupe, une partie des bords de deux substrats collés l'un sur l'autre par adhésion moléculaire, à savoir un substrat source 4 duquel sera découpé la future couche utile et un substrat support 5 destiné à recevoir cette couche utile. Cette figure illustre l'état de la technique.

Dans la suite de la description et des revendications, les substrats sont considérés comme étant de forme circulaire car c'est la forme qu'ils présentent le plus couramment. Toutefois, ils pourraient présenter d'autres formes.

Le substrat source 4 présente deux faces opposées, parallèles entre elles dont une seule référencée 400 et dite « face avant » est représentée sur la figure 3. Cette face avant 400 est destinée à être collée sur le support 5. Le substrat source 4 présente en outre un chant latéral 41.

De plus, le substrat 4 a subi un traitement permettant la formation d'une zone de fragilisation 42 délimitant deux parties, d'une part, une partie arrière, et d'autre part, une couche utile 43 destinée à être reportée ultérieurement sur le support 5.

Dans la suite de la description et des revendications, l'expression « couche utile » désigne une couche reportée, d'épaisseur variable, selon qu'elle est obtenue par exemple par un procédé d'implantation d'espèces atomiques ou par ponçage et/ou gravure chimique comme cela sera décrit ultérieurement.

Actuellement, les substrats utilisés aussi bien comme substrat source que comme substrat support sont des substrats commerciaux répondant à des normes standardisées, (par exemple les normes SEMI M1-0302 pour un substrat en silicium). Ces normes sont liées en grande partie à l'acceptation de ces substrats sur les

grande partie à l'acceptation de ces substrats sur les équipements du plus grand nombre possible d'utilisateurs.

Selon ces normes, le substrat 4 présente au
5 niveau de l'intersection entre le bord latéral 41 et la face avant 400, un chanfrein annulaire primaire 44 ou tombée de bord primaire faisant un angle α important (voisin de 45°) avec le plan de ladite face avant 400 et plus précisément avec sa zone centrale rigoureusement
10 plane 40 comme cela sera précisé ultérieurement. Ce chanfrein primaire 44 s'étend sur une largeur L en direction radiale. Cette largeur L varie de 100 à 500 μm suivant les différents substrats. Ce chanfrein primaire 44 a pour but de limiter les risques de rupture
15 mécanique et d'ébréchures du substrat source 4.

De façon similaire à ce qui vient d'être décrit pour le substrat source 4, le substrat support 5 présente une face avant 500, un bord latéral 51 et un chanfrein primaire 54.

20 Lorsque l'on colle les substrats 4 et 5 l'un contre l'autre, le collage n'a pas lieu au niveau des chanfreins 44 et 54, du fait de l'importance de l'angle α . On pourrait donc s'attendre à ce que la largeur de la couronne corresponde à la largeur L de ces chanfreins
25 primaires 44 et 54. Or, on constate en pratique, qu'elle est beaucoup plus large.

On a observé que la face avant 400 du substrat 4 présente en fait deux zones, à savoir une première zone plane 40, située sensiblement au centre dudit
30 substrat 4 et dénommée ultérieurement "zone centrale plane" et une seconde zone 45 entourant la première.

La seconde zone 45 est un chanfrein secondaire généralement annulaire ou tombée de bord secondaire, formant un angle β avec le plan de la zone centrale
35 plane 40. Ce chanfrein secondaire 45 s'étend entre ladite zone plane 40 et le chanfrein primaire 44.

Dans la suite de la description et des revendications, l'expression "plane" signifie d'une planéité satisfaisante pour le collage et l'expression "zone centrale" désigne une zone située sensiblement au centre de la face avant du substrat, mais qui pourrait toutefois être légèrement excentrée sur cette face.

On notera que la figure 3 et les suivantes ne sont que des schémas et que l'angle β est représenté fortement agrandi par rapport à ce qu'il est réellement, à des fins de clarification.

Plus précisément, le chanfrein secondaire constitue une tombée de bord moins franche que le chanfrein primaire 44 et qui apparaît au cours des différentes étapes de mise en forme du substrat (étapes de rodage, polissage, gravure chimique), ces dernières produisant un effet de gravure et d'enlèvement de matière plus important sur le bord du substrat. Ce chanfrein secondaire 45 n'est pas soumis à des normes. Ainsi, sa largeur L' prise en direction radiale, varie d'environ 500 à 3000 μm sur les substrats commercialement disponibles sur le marché. Ce chanfrein secondaire 45 est une zone mal définie dont les dimensions ne sont pas définies par des normes précises. En outre la valeur de l'angle β fluctue également, de sorte que ce chanfrein secondaire 45 n'est pas plan comme représenté schématiquement sur la figure 3 mais peut être bombé ou irrégulier par endroits.

En conséquence, en réalité (et contrairement à ce qui a été représenté de façon schématique sur les figures), le bord du substrat source 4 n'est pas formé de plusieurs pans coupés mais présente plutôt une forme convexe, c'est à dire sans arêtes entre le chanfrein secondaire 45 et le chanfrein primaire 44 et entre ce dernier et le bord latéral 41. Cette forme convexe a pour rôle d'éviter les ébréchures du substrat 4.

De façon similaire à ce qui vient d'être décrit pour le substrat source 4, le substrat support 5 présente une zone centrale plane 50 et un chanfrein secondaire 55 sensiblement annulaire, mais présentant 5 les mêmes irrégularités que le chanfrein secondaire 45.

Or, le collage par adhésion moléculaire est une technique qui ne tolère pas les surfaces non planes et l'existence de ces chanfreins secondaires 45, 55 conduit à un collage et à un transfert de couche de 10 mauvaise qualité dans cette zone, d'où l'apparition d'une couronne périphérique.

Par ailleurs, une deuxième cause d'apparition de cette couronne est que l'énergie de collage entre deux faces de substrats en regard fluctue en fonction de 15 paramètres tels que la rugosité, la planéité et la nature chimique des surfaces en contact, la présence de particules, etc. Ces paramètres peuvent eux aussi varier de manière moins bien contrôlée sur les bords des substrats, ce qui explique également la formation de la 20 couronne.

Enfin, une autre cause possible de formation de la couronne est l'emploi de certaines étapes agressives au cours des procédés de fabrication des substrats.

25 Ainsi, dans les procédés de fabrication des substrats connus sous l'acronyme "BESOI", de la terminologie anglo-saxonne "*bond and etch back silicon on insulator*", on colle un substrat source dont au moins l'une des faces est recouverte d'une couche d'oxyde, sur 30 un substrat support. La surface exposée du substrat source est ensuite soumise à un traitement de ponçage et/ou gravure par attaque chimique puis polissage, jusqu'à ce que ledit substrat source devienne une couche utile.

35 Dans ce type de procédé faisant intervenir une attaque chimique (avec le risque de délamination

partielle de l'interface de collage), des oxydations affectant de manières diverses les parties latérales et frontales du substrat source, et des efforts mécaniques de ponçage, la couronne aura tendance à s'élargir.

5 De même, dans les procédés faisant intervenir un détachement de couche par fracture le long d'une zone de fragilisation, on constate que sur les bords, le détachement aura tendance à se faire au niveau de l'interface de collage et non au niveau de la zone de
10 fragilisation, ce qui entraîne la formation d'une couronne annulaire de surface importante.

Ainsi, et en faisant toujours référence à la figure 3, dans le cas particulier où la zone de fragilisation 42 est formée par implantation
15 d'hydrogène, on a constaté lors du traitement ultérieur permettant d'effectuer le détachement de la couche utile 43 du reste du substrat source 4, que l'expansion des bulles d'hydrogène exerce une poussée sensiblement perpendiculaire au plan du chanfrein secondaire 45. Or,
20 dans cette zone, cette poussée n'est pas compensée par un collage suffisamment fort, puisque le chanfrein secondaire 55 est écarté d'un angle de 2β du chanfrein secondaire 45 et le collage est alors rompu. De ce fait, il se forme des bulles à la surface du chanfrein
25 secondaire 45 en lieu et place du transfert de la couche 43 sur le substrat support 5. En d'autres termes, le collage se produit mais il est de mauvaise qualité.

Plusieurs inconvénients sont associés à l'existence de cette couronne.

30 Tout d'abord, elle représente une surface non utilisable sur laquelle il est impossible de fabriquer des composants électroniques. Or, d'un point de vue économique, chaque millimètre de surface gagnée peut permettre de fabriquer un plus grand nombre de
35 composants par substrat.

Par ailleurs, cette couronne est irrégulière comme expliqué précédemment et sa largeur peut varier d'un bord à l'autre du substrat, ce qui entraîne des problèmes de reproductibilité des différentes étapes d'un procédé industriel lorsqu'un tel substrat est
5 utilisé dans une chaîne de production.

On connaît déjà d'après l'art antérieur des procédés de polissage du bord d'un substrat permettant d'éliminer cette couronne, voir par exemple le document
10 US 6 221 774.

On connaît également un procédé de polissage mécanique des bords, utilisé par la société SEZ. Ce procédé est utilisé sur des substrats en silicium massif, après des opérations de dépôt dont on sait
15 qu'elles risquent d'être associées à des effets d'élimination de matière sur les bords (connus sous la terminologie anglo-saxonne de « lift-off » ou « peel-off »), conduisant à une contamination particulière importante.

Toutefois, ces procédés tendent à augmenter la taille de la zone sans couche transférée à la périphérie, en limitant ainsi la surface utilisable. De plus, ces retouches de la couronne peuvent générer des défauts sur la périphérie de la couche transférée.

La présente invention a donc pour but de remédier aux inconvénients précités et notamment de diminuer la surface de ladite couronne en augmentant la quantité de matière issue du substrat source reportée sur un support, lors d'un procédé de transfert de
25 couches.

A cet effet, l'invention concerne un procédé d'augmentation de l'aire d'une couche utile d'un matériau, notamment semi-conducteur, reportée sur un substrat support, au cours de la fabrication d'un
35 substrat composite notamment pour l'électronique, l'optique ou l'opto-électronique, ce procédé comprenant

au moins une étape de collage par adhésion moléculaire de l'une des faces, dite "face avant", d'un substrat source, sur la face en regard, dite "face avant", d'un substrat support, et une étape de report d'une couche
5 utile provenant dudit substrat source, sur ledit substrat support, ladite couche utile s'étendant à l'intérieur dudit substrat source depuis la face avant de celui-ci.

Conformément à l'invention, avant ladite étape
10 de collage, la face avant de l'un des deux substrats parmi le substrat support et le substrat source, dit "premier substrat", présente au moins une zone centrale plane, la face avant de l'autre substrat, dit "second substrat", est une zone plane, bordée par un chant
15 latéral périphérique qui lui est perpendiculaire ou quasiment perpendiculaire, le contour extérieur de cette zone plane présentant des dimensions supérieures aux dimensions du contour extérieur de la zone centrale plane du premier substrat et lors du collage, les deux
20 substrats sont appliqués l'un contre l'autre de façon que le contour de la zone centrale plane du premier substrat soit inscrit à l'intérieur du contour de la zone centrale plane du second substrat.

Grâce à ces caractéristiques de l'invention,
25 le transfert de la couche utile est réalisé sur une aire plus importante.

Selon d'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives de l'invention, prises seules ou en combinaison :

30 - le premier substrat est bordé par un chanfrein primaire, les dimensions du contour extérieur de la zone centrale plane du second substrat sont supérieures aux dimensions du contour intérieur du chanfrein primaire du premier substrat et lors du
35 collage, les deux substrats sont appliqués l'un contre l'autre de façon que le contour intérieur du chanfrein

primaire du premier substrat soit inscrit à l'intérieur du contour extérieur de la zone centrale plane du second substrat ;

5 - le premier substrat est collé sur le second substrat, de façon que sa zone centrale plane soit centrée par rapport à la zone plane centrale dudit second substrat ;

- de préférence, le second substrat est le substrat source ;

10 - le procédé consiste avant l'étape de collage du substrat source et du substrat support l'un contre l'autre, à former une zone de fragilisation à l'intérieur du substrat source, ladite couche utile à reporter s'étendant entre cette zone de fragilisation et
15 la face avant dudit substrat et après l'étape de collage, à effectuer le détachement de ladite couche utile du reste du substrat source, le long de cette zone de fragilisation ;

20 - ladite zone de fragilisation est formée par implantation d'espèces atomiques ou est formée d'une couche poreuse ;

- le détachement de la couche utile est effectuée par au moins l'une des techniques suivantes prises seules ou en combinaison parmi l'application de
25 contraintes d'origine mécanique ou électrique, l'apport d'énergie thermique et la gravure chimique ;

- au moins l'une des faces entre la face avant du substrat source et la face avant du substrat support est recouverte d'une couche d'un matériau
30 isolant.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante de plusieurs modes de réalisation préférés de l'invention. Cette description est établie en faisant
35 référence aux dessins annexés dans lesquels :

-la figure 1 est un schéma en coupe verticale diamétrale d'un substrat de type « SOI »,

-la figure 2 est un schéma représentant en vue de dessus le substrat de la figure 1,

5 -la figure 3 est un schéma représentant en coupe verticale et de façon partielle, un substrat source et un substrat support, collés l'un sur l'autre selon la technique de l'art antérieur,

10 -la figure 4 est un schéma représentant en coupe verticale et de façon partielle, un substrat source et un substrat support, selon un premier mode de réalisation du procédé de l'invention, ces substrats étant prêts à être collés l'un contre l'autre,

15 -les figures 5 et 6 sont des schémas représentant en coupe verticale et de façon partielle, un substrat source et un substrat support respectivement selon le premier mode de réalisation de la figure 4 et selon un second mode de réalisation, ces deux substrats étant collés l'un contre l'autre, et

20 -la figure 7 est une vue de dessus d'une portion angulaire d'un support utilisé dans le procédé selon l'invention.

L'invention a pour but d'améliorer le procédé de fabrication précédemment décrit d'un substrat composite, un tel procédé comprenant au moins une étape de collage par adhésion moléculaire de l'une des faces d'un substrat source sur une face en regard d'un substrat support et une étape de report d'une couche utile issue de ce substrat source, sur ledit substrat support.

De tels substrats composites comprennent ainsi au moins une couche utile reportée sur un support.

En se référant maintenant à la figure 4, on peut voir un premier mode de réalisation de l'invention, dans lequel un substrat source 6 (duquel sera prélevée ultérieurement une couche utile 63) est prêt à être

collé par adhésion moléculaire sur un substrat support 7.

Dans ce mode de réalisation, le substrat support 7 est identique au substrat support 5 précédemment décrit et représenté sur la figure 3. Il ne sera donc pas décrit en détail.

Ce substrat support 7 présente un bord latéral 71, un chanfrein primaire 74 et une face avant 700 destinée à recevoir la face avant 600 du substrat source 6. Cette face avant 700 englobe une zone centrale plane 70 et un chanfrein secondaire 75.

Comme représenté sur la figure 4 et les suivantes, et comme cela est le cas le plus fréquent, les substrats source 6 et support 7 sont circulaires. De même, leur zone centrale plane l'est également et les chanfreins primaire et secondaire (lorsqu'ils existent) sont décrits comme étant annulaires. Toutefois, les substrats 6 et 7 et/ou leurs zones centrales respectives pourraient être d'une forme différente, par exemple, ovale, octogonale ou rectangulaire.

Comme cela apparaît mieux sur la figure 7, le chanfrein secondaire 75 est délimité par un contour intérieur C_7 et par un contour extérieur C'_7 . On notera que le contour intérieur C_7 du chanfrein secondaire 75 constitue le contour extérieur de la zone centrale 70 plane et que de façon similaire, le contour extérieur C'_7 du chanfrein secondaire 75 constitue le contour intérieur du chanfrein primaire 74.

Selon un premier mode de réalisation du procédé selon l'invention, illustré sur les figures 4 et 5, avant l'étape de collage, la face avant 600 du substrat source 6 n'est pas usinée, de sorte que, par comparaison aux substrats classiques, elle ne présente ni chanfrein primaire, ni chanfrein secondaire. En conséquence, la totalité de la face avant 600 est

constituée par une zone plane portant la référence 67, bordée par un chant latéral 66.

En d'autres termes, le contour référencé C_6 " de ladite zone plane 67 constitue le contour extérieur du substrat source 6 et le chant latéral périphérique 66 est perpendiculaire ou quasiment perpendiculaire à cette zone plane 67.

L'expression "quasiment perpendiculaire" signifie que, par construction, ce chant 66 est perpendiculaire à la zone 67, même si parfois quelques traitements de polissage ultérieurs modifient très légèrement cet angle.

La figure 5 représente trois variantes du premier mode de réalisation de l'invention.

Selon une première variante (représentée en traits pleins), lorsque le substrat source 6 est collé sur le support 7, le chant 66 du substrat source 6 est situé à l'aplomb du chant 71 du support 7 et les deux substrats 6 et 7 sont de mêmes dimensions (ou de même diamètre lorsque ces substrats sont circulaires). Cette variante est avantageuse en ce qu'elle permet d'utiliser les équipements existants de préhension des substrats, le diamètre du substrat source 6 pris au niveau de son chant latéral 66 n'étant pas modifié par rapport aux substrats actuellement utilisés dans ce type de procédé de collage par adhésion moléculaire et de report de couche.

Selon une seconde variante (représentée en traits mixtes), le chant 66 du substrat source 6 est situé à l'aplomb du chanfrein secondaire 75 (entre les contours C_7 et C'_7).

Selon une troisième variante (non représentée sur la figure), le diamètre du substrat source 6 pourrait être supérieur au diamètre du support 7 et le contour C_6 " de la zone plane 67 excéderait alors les dimensions extérieures du support 7.

Dans les variantes précitées, on veillera toujours, conformément à l'invention, à ce que les dimensions du contour C''_6 de la zone plane 67 du substrat source 6 soient supérieures aux dimensions du contour extérieur C_7 de la zone centrale plane 70 du substrat support 7, et lors du collage, le substrat source 6 sera appliqué sur le substrat support 7 de façon que ce contour C_7 soit inscrit à l'intérieur du contour C''_6 .

De préférence encore, les dimensions du contour C''_6 de la zone centrale plane 67 du substrat source 6 sont supérieures aux dimensions du contour intérieur C'_7 du chanfrein primaire 74 du substrat support 7, et lors du collage, le substrat source 6 est appliqué sur le substrat support 7 de façon que ce contour intérieur C'_7 soit inscrit à l'intérieur du contour C''_6 .

Ainsi, le chanfrein secondaire 75 du support 7 est toujours situé en regard de la zone plane 67 du substrat 6 et forme un angle β faible avec celle-ci. L'adhésion entre ces deux faces est meilleure et une plus grande partie de la couche utile 63 se trouve reportée sur le chanfrein 75. En conséquence, l'aire de la couche utile 63 effectivement reportée augmente et inversement l'aire de la couronne diminue.

Enfin, de façon avantageuse, on colle le substrat source 6 sur le substrat support 7, de façon que la zone centrale plane 70 du support 7 soit centrée par rapport à la zone centrale 67 du substrat source 6. Ainsi, la couche utile 63 reportée est également centrée ou sensiblement centrée par rapport au support 7.

Un second mode de réalisation de l'invention va maintenant être décrit en faisant référence à la figure 6.

Ce mode de réalisation est l'inverse de celui décrit en faisant référence à la figure 5, c'est à dire

que le substrat source 6 présente une zone centrale plane 60, un chanfrein primaire 64 et un chanfrein secondaire 65, tandis que la face avant 700 du substrat support 7 est constitué d'une zone plane 77, bordée d'un
5 chant latéral périphérique 76 perpendiculaire ou sensiblement perpendiculaire.

Comme précédemment, les dimensions du contour C''_7 de la zone plane 77 du support 7 sont supérieures aux dimensions du contour extérieur C_6 de la zone
10 centrale plane 60 du substrat source 6, et lors du collage, le substrat source 6 est appliqué sur le substrat support 7 de façon que ce contour C_6 soit inscrit à l'intérieur du contour C''_7 .

De préférence encore, les dimensions du
15 contour C''_7 sont supérieures aux dimensions du contour intérieur C'_6 du chanfrein primaire 64 du substrat source 6, et lors du collage, le substrat source 6 est appliqué sur le substrat support 7 de façon que ce contour intérieur C'_6 soit inscrit à l'intérieur dudit
20 contour C''_7 .

De façon avantageuse, les substrats 6 et 7 sont également centrés l'un par rapport à l'autre.

Entre les deux modes de réalisation qui viennent d'être décrits, celui de la figure 5, dans
25 lequel le substrat source 6 présente un chant 66 perpendiculaire à la surface plane 67 est généralement préféré pour des raisons liées à la mise en œuvre du procédé à l'échelle industrielle.

Quelque soit le mode de réalisation choisi
30 pour les substrats 6 et 7, le prélèvement de la couche utile 63 depuis le substrat source 6 peut s'effectuer de plusieurs façons qui vont maintenant être décrites.

Selon une première variante de réalisation, préalablement à l'étape de collage par adhésion
35 moléculaire des substrats 6 et 7 l'un sur l'autre, on forme à l'intérieur du substrat source 6, une zone de

fragilisation 62, de façon à définir et à délimiter la couche utile 63 reportée ultérieurement sur le support 7. Après le collage, le détachement de ladite couche utile 63 du reste du substrat source 6 s'effectuera le long de cette zone de fragilisation 62.

Il faut noter que les figures 4 à 6 ne sont que des schémas sur lesquels la couche utile 63 a été représentée beaucoup plus épaisse qu'elle n'est réellement à des fins de clarification.

Les techniques pour former cette zone de fragilisation 62 sont connues de l'homme du métier et ne seront pas toutes décrites en détail.

De façon avantageuse, cette zone de fragilisation 62 est formée par implantation d'espèces atomiques depuis la face avant 600.

Par implantation d'espèces atomiques, on entend tout bombardement d'espèces atomiques, moléculaires ou ioniques, susceptible d'introduire ces espèces dans un matériau, avec un maximum de concentration de ces espèces situé à une profondeur déterminée par rapport à la surface bombardée 600. Les espèces atomiques moléculaires ou ioniques sont introduites dans le matériau avec une énergie également distribuée autour d'un maximum.

L'implantation des espèces atomiques dans ledit substrat source 6 peut être réalisée par exemple grâce à un implantateur par faisceau d'ions ou un implantateur par immersion dans un plasma.

De préférence, cette implantation est réalisée par bombardement ionique. De préférence, l'espèce ionique implantée est de l'hydrogène. D'autres espèces ioniques peuvent avantageusement être utilisées seules ou en combinaison avec l'hydrogène, telles les gaz rares (l'hélium par exemple).

Cette implantation a pour effet de créer dans le volume du substrat source 6 et à une profondeur

moyenne de pénétration des ions, la zone de fragilisation 62, sensiblement parallèle au plan de la face avant 600. La couche utile 63 s'étend depuis la face avant 600, jusqu'à cette zone de fragilisation 62.

5 On pourra par exemple se référer à la littérature concernant le procédé connu sous la marque déposée « Smart-Cut ».

La zone de fragilisation 62 peut également être constitué par une couche poreuse obtenue, par
10 exemple, par le procédé connu sous la marque déposée "ELTRAN" de la société Canon, décrit dans le document EP-0 849 788.

Après l'étape de collage par adhésion moléculaire des faces 600 et 700, la couche utile 63 est
15 détachée du reste du substrat source 6.

Le détachement de la couche utile 63 est ensuite effectué par au moins l'une des techniques suivantes prises seules ou en combinaison parmi :
l'application de contraintes d'origine mécanique
20 (insertion d'une lame ou d'un jet de fluide sous pression au niveau de la zone de fragilisation 62) ou électrique, l'apport d'énergie thermique et la gravure chimique. Ces techniques permettant le détachement sont connues de l'homme du métier et ne seront pas décrites
25 plus en détail. On obtient ainsi un substrat composite comprenant une couche utile 63 reportée sur un support 7.

Comme mentionné précédemment, le détachement de la couche utile 63 s'effectue horizontalement, le
30 long de la zone de fragilisation 62 et également par une "auto-délimitation verticale" à l'aplomb de la zone où le collage sur le support est suffisamment fort.

Enfin, selon une troisième variante de réalisation non représentée sur les figures, il est
35 également possible d'obtenir la couche utile 63 par la technique, connue de l'homme du métier sous la

terminologie anglo-saxonne de « Bond and Etch-back » selon laquelle après avoir collé la face avant 600 du substrat source 6 sur la face avant 700 du substrat support 7, on soumet la face arrière dudit substrat source 6 à un traitement de ponçage et/ou de gravure par attaque chimique puis de polissage, jusqu'à ce qu'il ne reste plus sur le support 7 que l'épaisseur correspondant à ladite couche utile 63.

Dans le cas particulier de substrats « SOI » (Silicon On Insulator), il est possible d'obtenir la couche utile 63 par le procédé « BESOI », mentionné dans l'introduction de cette demande.

Enfin, on donnera ci-après des exemples de matériaux auxquels s'applique ce procédé.

Le substrat support 7 est réalisé dans un matériau semi-conducteur ou non, choisi par exemple parmi le silicium, un substrat transparent, (tel que le quartz ou le verre, par exemple) le carbure de silicium, l'arséniure de gallium, le phosphure d'indium ou le germanium.

De préférence, le substrat source 6 est réalisé dans un matériau semi-conducteur, choisi par exemple parmi le silicium, le germanium, le carbure de silicium, les alliages ou "composés" de silicium et de germanium (connus sous le nom de composés Si-Ge) ou les alliages ou composés connus sous le nom de composés III/V, (c'est à dire des composés dont l'un des éléments appartient à la colonne IIIa de la classification périodique des éléments et l'autre à la colonne Va, tels que le nitrure de gallium, l'arséniure de gallium ou le phosphure d'indium.

Enfin, on notera qu'il est possible de recouvrir la face avant 700 du support 7, d'une couche d'un matériau isolant du type oxyde (par exemple SiO_2) ou nitrure (par exemple Si_3N_4), cette couche d'isolant

se trouvant alors intercalée entre la couche utile 63 et ce support 7, après détachement de ladite couche 63.

Il est possible de recouvrir la face avant 600 du substrat source 6 d'un matériau isolant du type 5 précité, la couche utile 63 reportée comprenant alors deux couches. Il est même possible de déposer plusieurs couches sur le substrat source 6 et le terme « couche utile » désigne alors un empilement de couches.

REVENDECATIONS

1. Procédé d'augmentation de l'aire d'une couche utile (63) d'un matériau, notamment semi-conducteur, reportée sur un substrat support (7), au cours de la fabrication d'un substrat composite.

5 notamment pour des applications dans les domaines de l'électronique, l'optique ou l'opto-électronique, ce procédé comprenant au moins une étape de collage par adhésion moléculaire de l'une des faces (600), dite "face avant", d'un substrat source (6), sur la face en

10 regard (700) dite "face avant", d'un substrat support (7), et une étape de report d'une couche utile (63) provenant dudit substrat source (6), sur ledit substrat support (7), ladite couche utile (63) s'étendant à l'intérieur dudit substrat source (6) depuis la face

15 avant (600) de celui-ci, caractérisé en ce qu'avant ladite étape de collage, la face avant (700, 600) de l'un des deux substrats parmi le substrat support (7) et le substrat source (6), dit "premier substrat" (7, 6), présente au moins une zone centrale plane (70, 60), en

20 ce que la face avant (600, 700) de l'autre substrat, dit "second substrat" (6, 7), est une zone plane (67, 77), bordée par un chant latéral périphérique (66, 76) qui lui est perpendiculaire ou quasiment perpendiculaire, le contour extérieur (C''_6 , C''_7) de cette zone plane (67,

25 77) présentant des dimensions supérieures aux dimensions du contour extérieur (C_7 , C_6) de la zone centrale plane (70, 60) du premier substrat (7, 6) et en ce que lors du collage, les deux substrats (6, 7) sont appliqués l'un contre l'autre de façon que le contour (C_7 , C_6) de la

30 zone centrale plane (70, 60) du premier substrat (7, 6) soit inscrit à l'intérieur du contour (C''_6 ; C''_7) de la zone centrale plane (67, 77) du second substrat (6, 7).

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'augmentation de l'aire d'une couche utile (63) d'un matériau, notamment semi-conducteur, reportée sur un substrat support (7), au cours de la fabrication d'un substrat composite

5 notamment pour des applications dans les domaines de l'électronique, l'optique ou l'opto-électronique, ce procédé comprenant au moins une étape de collage par adhésion moléculaire de l'une des faces (600), dite "face avant", d'un substrat source (6), sur la face en

10 regard (700) dite "face avant", d'un substrat support (7), et une étape de report d'une couche utile (63) provenant dudit substrat source (6), sur ledit substrat support (7), ladite couche utile (63) s'étendant à l'intérieur dudit substrat source (6) depuis la face

15 avant (600) de celui-ci, caractérisé en ce qu'avant ladite étape de collage, la face avant (700, 600) de l'un des deux substrats parmi le substrat support (7) et le substrat source (6), dit "premier substrat" (7, 6), présente au moins une zone centrale plane (70, 60), en

20 ce que la face avant (600, 700) de l'autre substrat, dit "second substrat" (6, 7), est une zone plane (67, 77), bordée par un chant latéral périphérique (66, 76) qui lui est perpendiculaire ou quasiment perpendiculaire, le contour extérieur (C''_6 , C''_7) de cette zone plane (67, 77) présentant des dimensions supérieures aux dimensions du contour extérieur (C_7 , C_6) de la zone centrale plane (70, 60) du premier substrat (7, 6) et en ce que lors du collage, les deux substrats (6, 7) sont appliqués l'un contre l'autre de façon que le contour (C_7 , C_6) de la

25 zone centrale plane (70, 60) du premier substrat (7, 6) soit inscrit à l'intérieur du contour (C''_6 ; C''_7) de la zone plane (67, 77) du second substrat (6, 7).

30

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier substrat (7,6) est bordé par un chanfrein primaire (74, 64), les dimensions du contour extérieur (C''_6 , C''_7) de la zone centrale plane (67, 77) du second substrat (6, 7) sont supérieures aux dimensions du contour intérieur (C'_7 , C'_6) du chanfrein primaire (74, 64) du premier substrat (7, 6) et en ce que lors du collage, les deux substrats sont appliqués l'un contre l'autre de façon que le contour intérieur (C'_7 , C'_6) du chanfrein primaire (74, 64) du premier substrat (7,6) soit inscrit à l'intérieur du contour extérieur (C''_6 , C''_7) de la zone centrale plane (67, 77) du second substrat (6,7).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le premier substrat (7, 6) est collé sur le second substrat (6, 7), de façon que sa zone centrale plane (70, 60) soit centrée par rapport à la zone plane centrale (67, 77) dudit second substrat (6,7).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le second substrat est le substrat source (6).

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste avant l'étape de collage du substrat source (6) et du substrat support (7) l'un contre l'autre, à former une zone de fragilisation (62) à l'intérieur du substrat source (6), ladite couche utile (63) à reporter s'étendant entre cette zone de fragilisation (62) et la face avant (600) dudit substrat (6) et après l'étape de collage, à effectuer le détachement de ladite couche utile (63) du reste du substrat source (6), le long de cette zone de fragilisation (62).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier substrat (7,6) est bordé par un chanfrein primaire (74, 64), les dimensions du contour extérieur (C''_6 , C''_7) de la zone plane (67, 77) du second substrat (6, 7) sont supérieures aux dimensions du contour intérieur (C'_7 , C'_6) du chanfrein primaire (74, 64) du premier substrat (7, 6) et en ce que lors du collage, les deux substrats sont appliqués l'un contre l'autre de façon que le contour intérieur (C'_7 , C'_6) du chanfrein primaire (74, 64) du premier substrat (7,6) soit inscrit à l'intérieur du contour extérieur (C''_6 , C''_7) de la zone plane (67, 77) du second substrat (6,7).

15 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le premier substrat (7, 6) est collé sur le second substrat (6, 7), de façon que sa zone centrale plane (70, 60) soit centrée par rapport à la zone plane (67, 77) dudit second substrat (6,7).

20 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le second substrat est le substrat source (6).

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste avant l'étape de collage du substrat source (6) et du substrat support (7) l'un contre l'autre, à former une zone de fragilisation (62) à l'intérieur du substrat source (6), ladite couche utile (63) à reporter s'étendant entre cette zone de fragilisation (62) et la face avant (600) dudit substrat (6) et après l'étape de collage, à effectuer le détachement de ladite couche utile (63) du reste du substrat source (6), le long de cette zone de fragilisation (62).

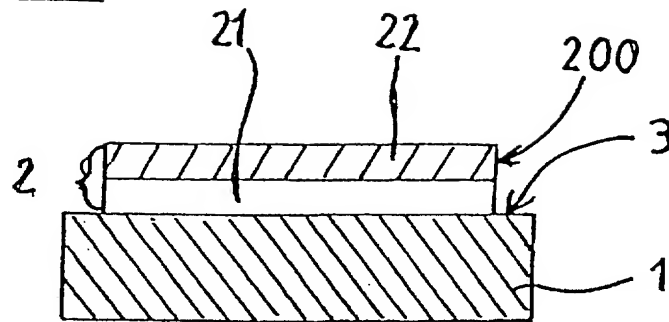
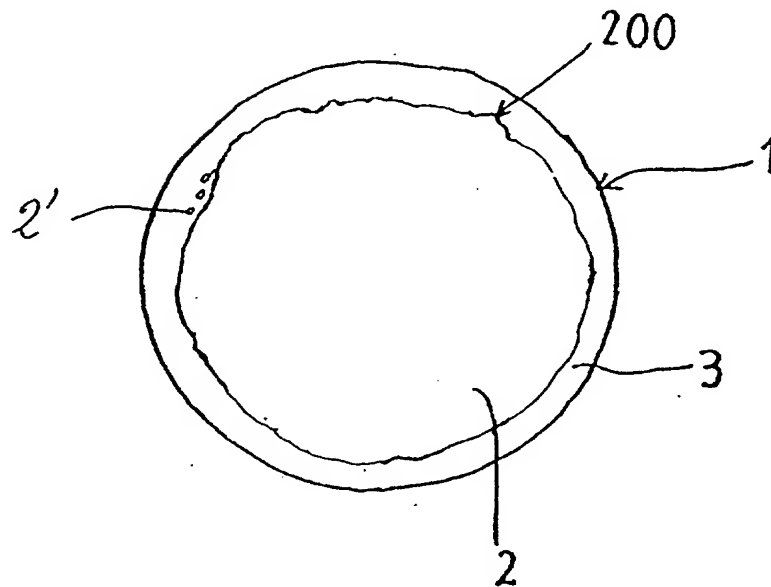
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite zone de fragilisation (62) est formée par implantation d'espèces atomiques.

5 7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite zone de fragilisation (62) est formée d'une couche poreuse.

8. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le détachement de la couche utile (63) est effectuée par au moins l'une des techniques suivantes prises seules ou en combinaison parmi l'application de contraintes d'origine mécanique ou électrique, l'apport d'énergie thermique et la gravure
10 chimique.
15

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins l'une des faces entre la face avant (600) du substrat source (6) et la face avant
20 (700) du substrat support (7) est recouverte d'une couche d'un matériau isolant.

1/4

FIG. 1FIG. 2

1 / 4

FIG.1

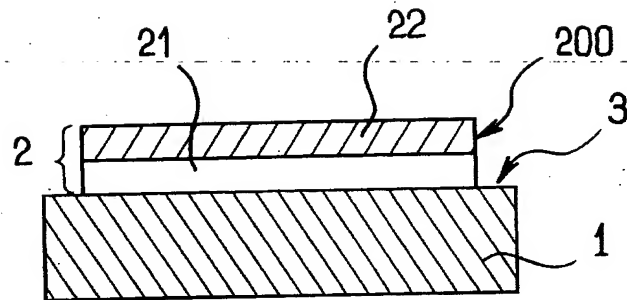
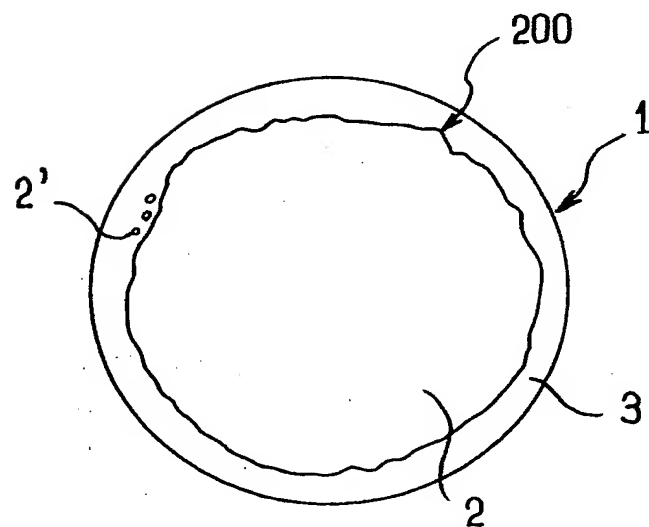


FIG.2



2/4

F1G.3

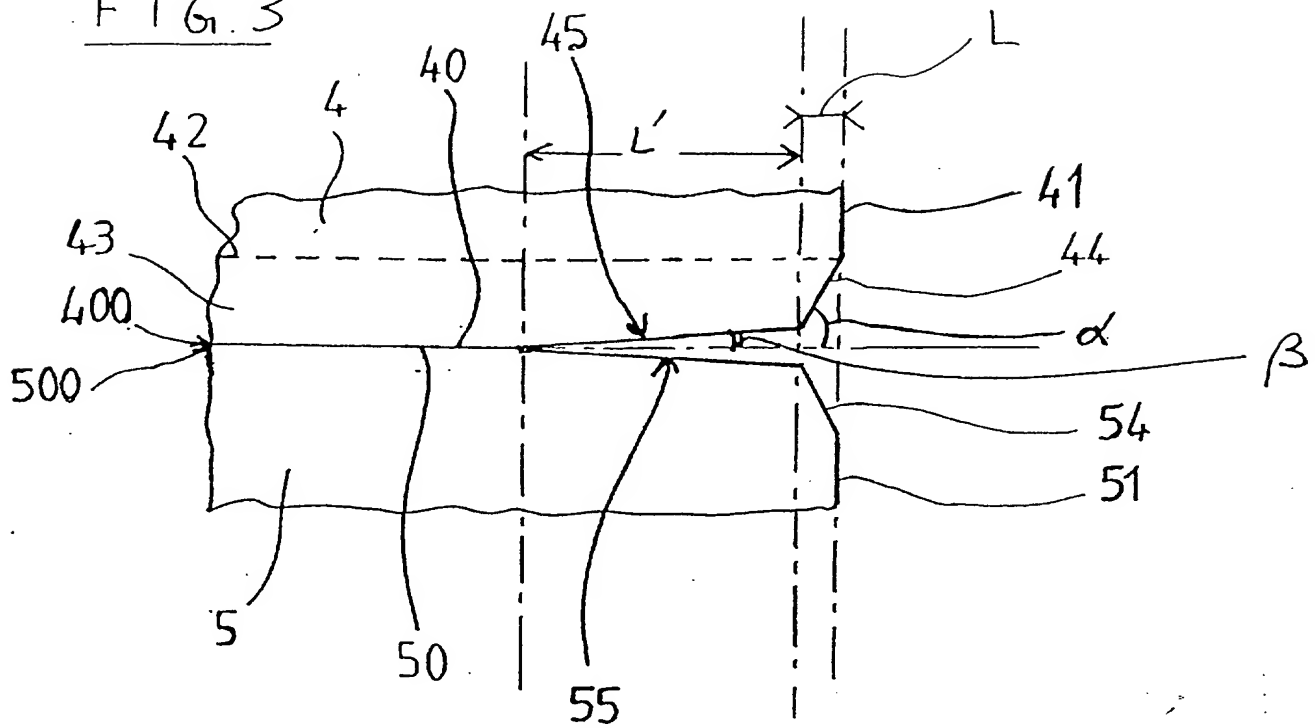


FIG. 4

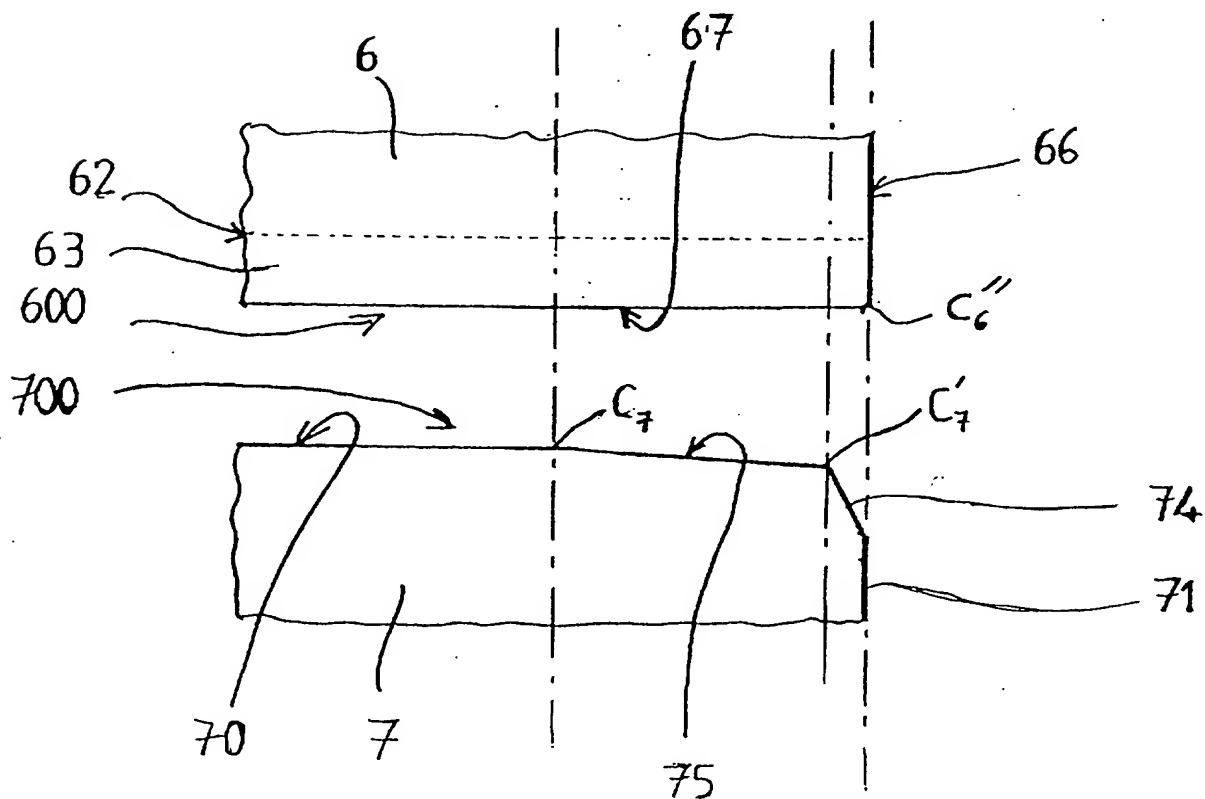


FIG.3

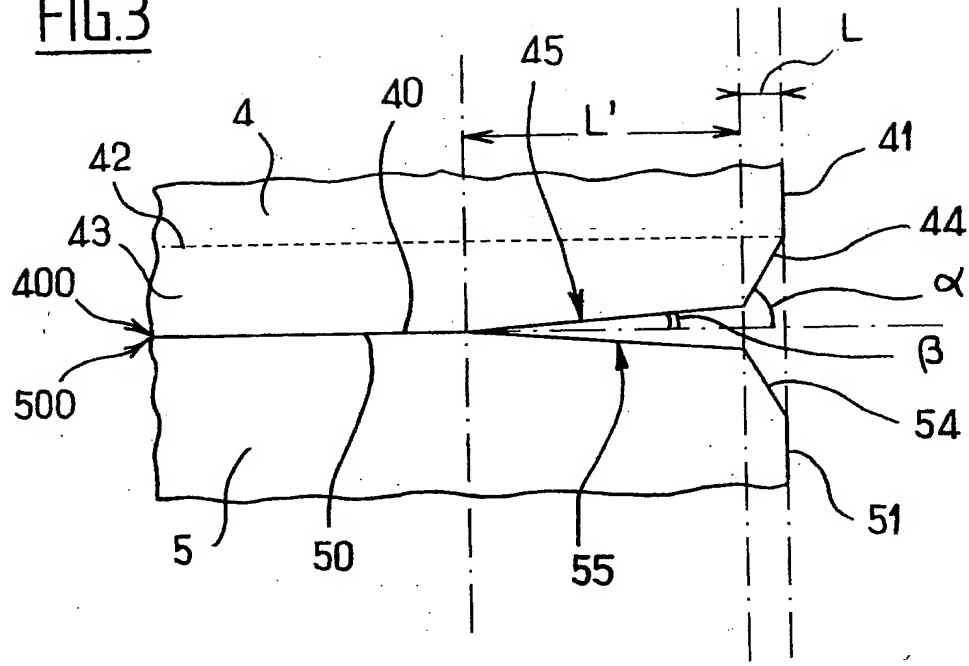
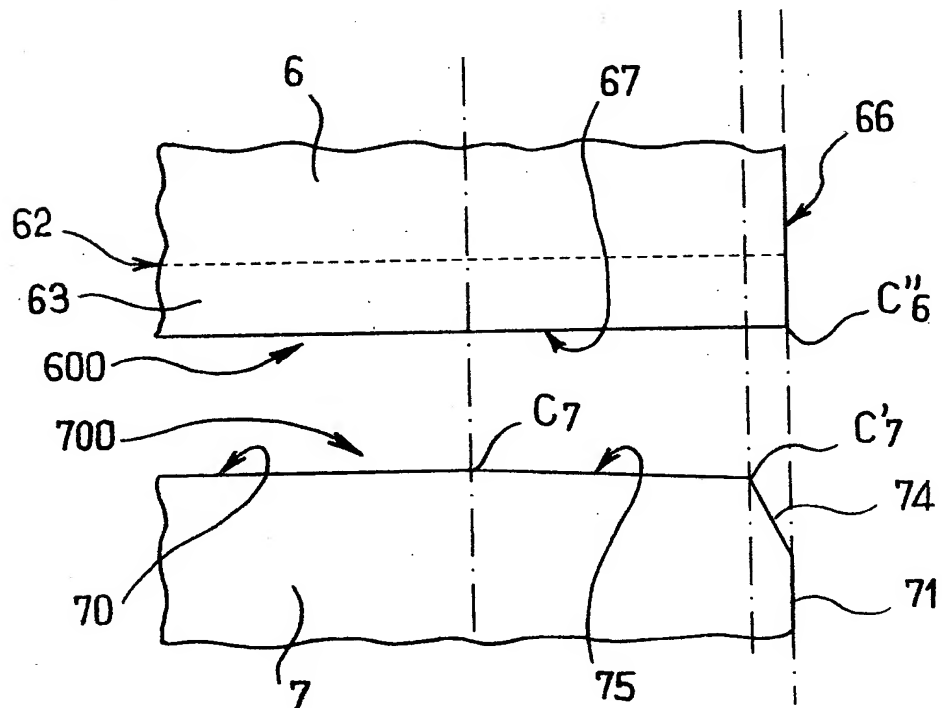
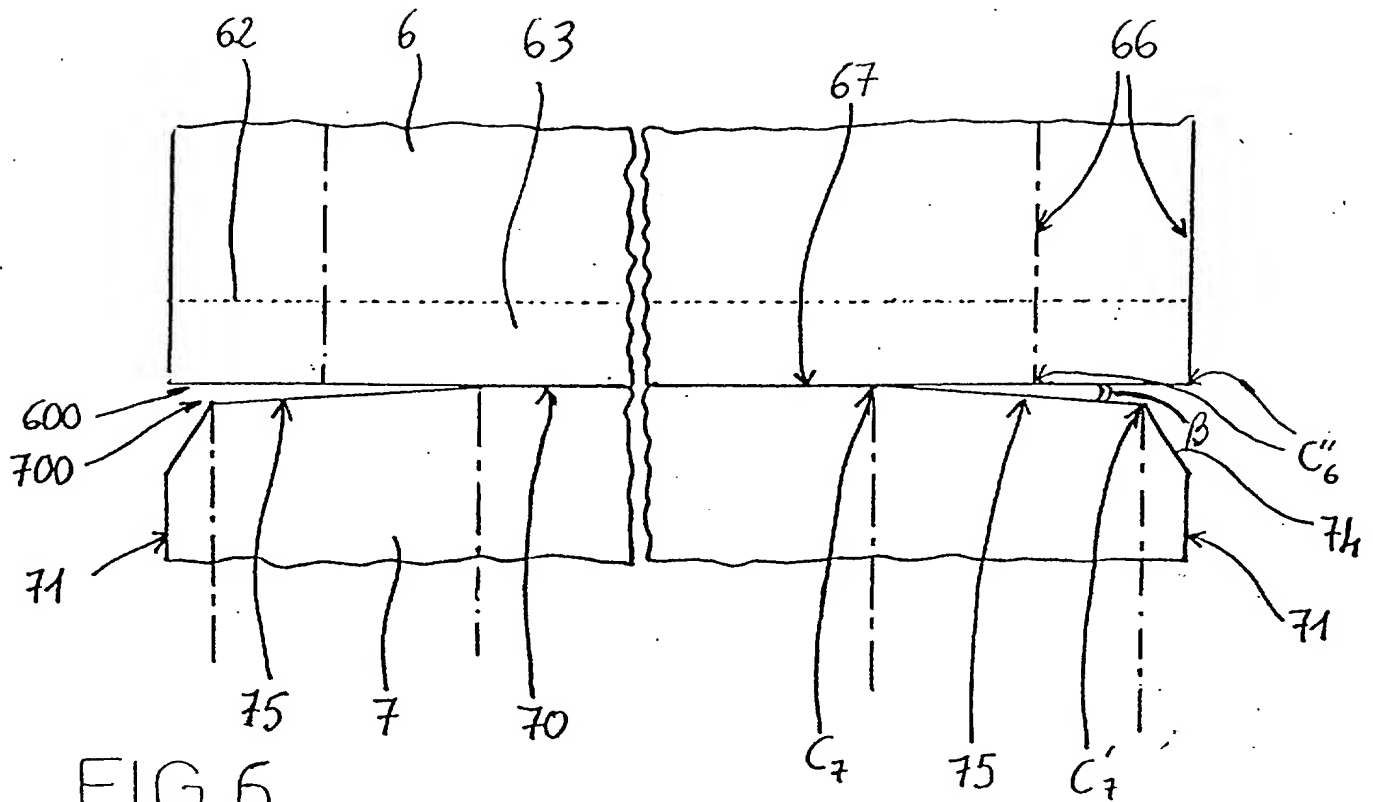
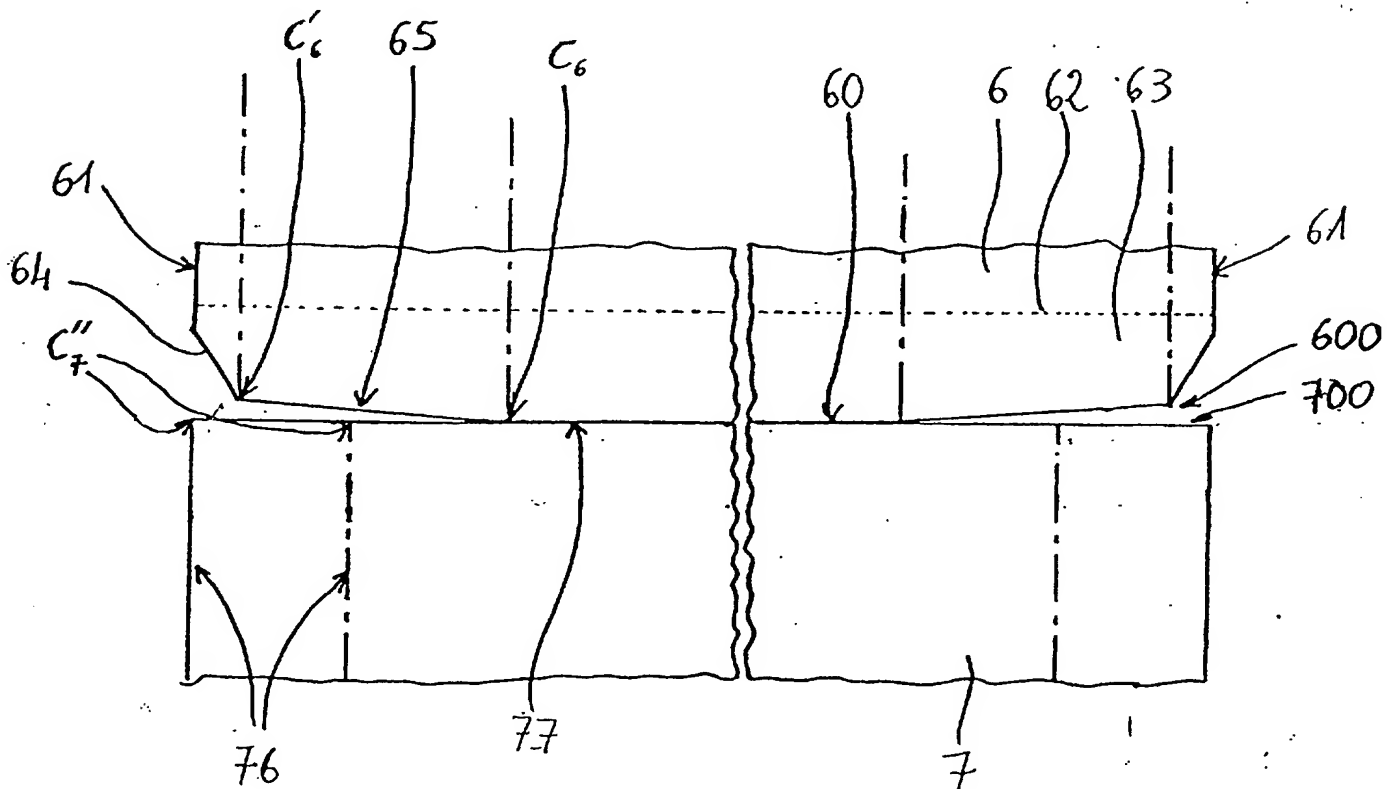


FIG.4



3/4

FIG. 5FIG. 6

3 / 4

FIG.5

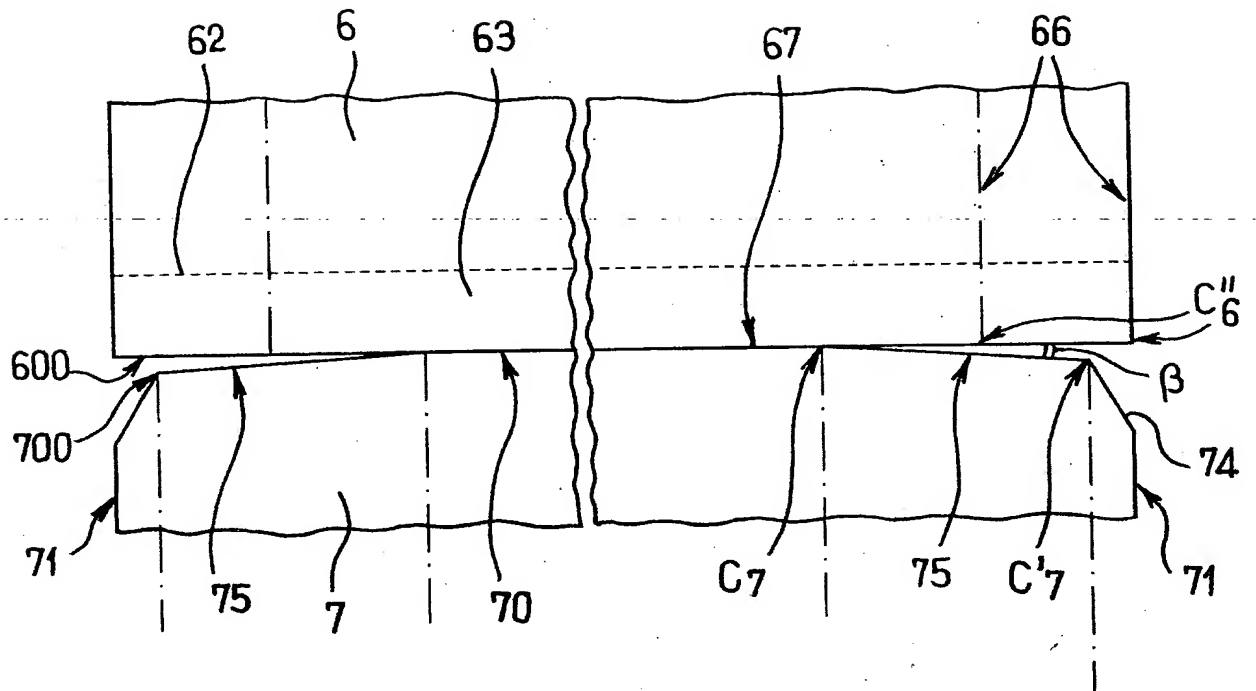
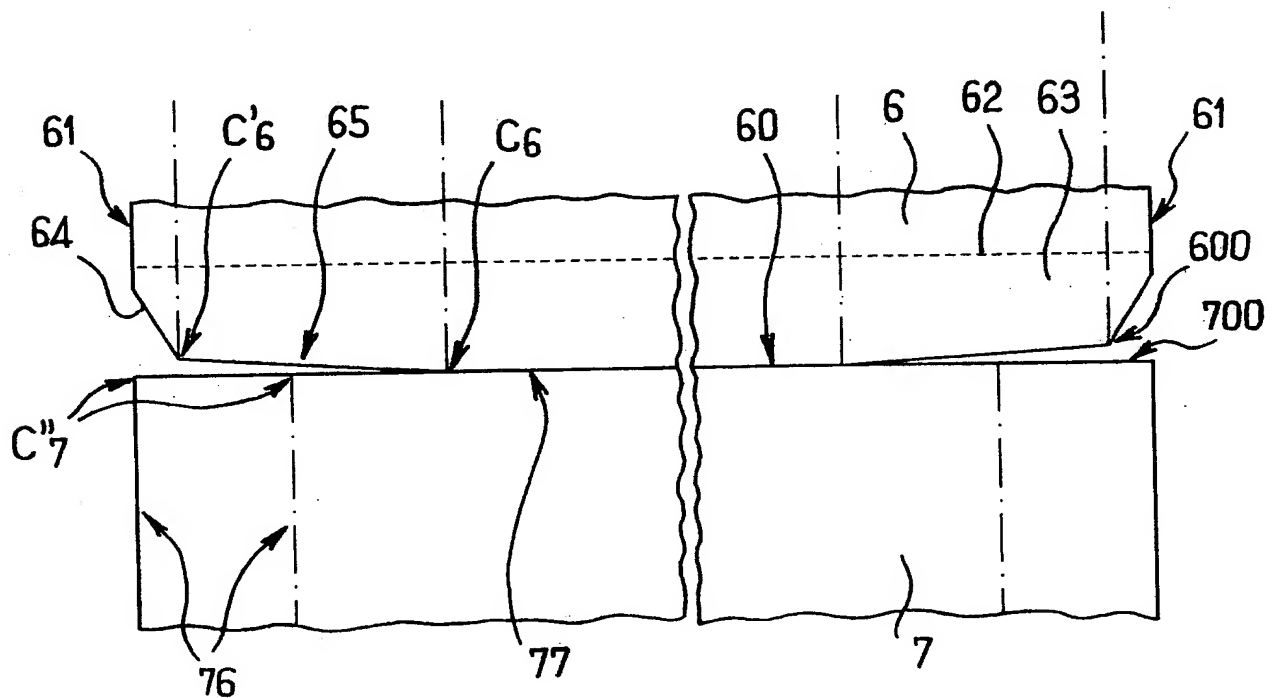
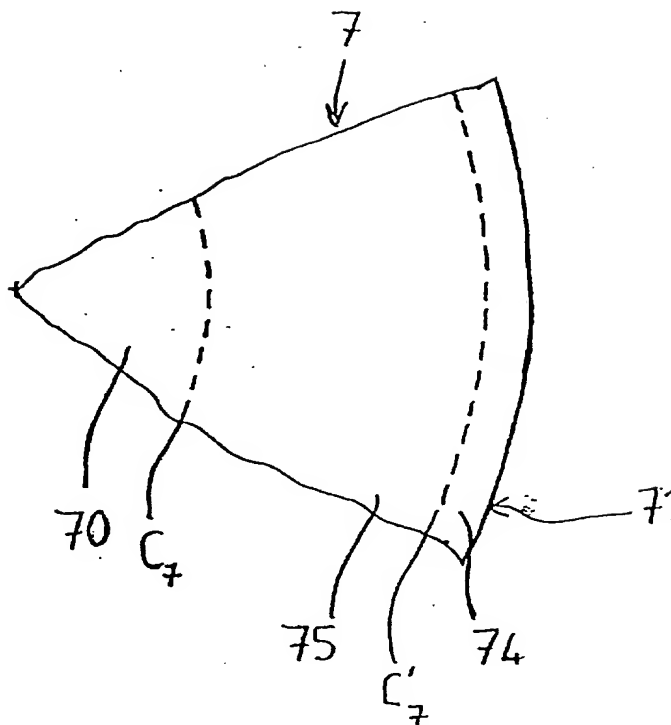


FIG.6

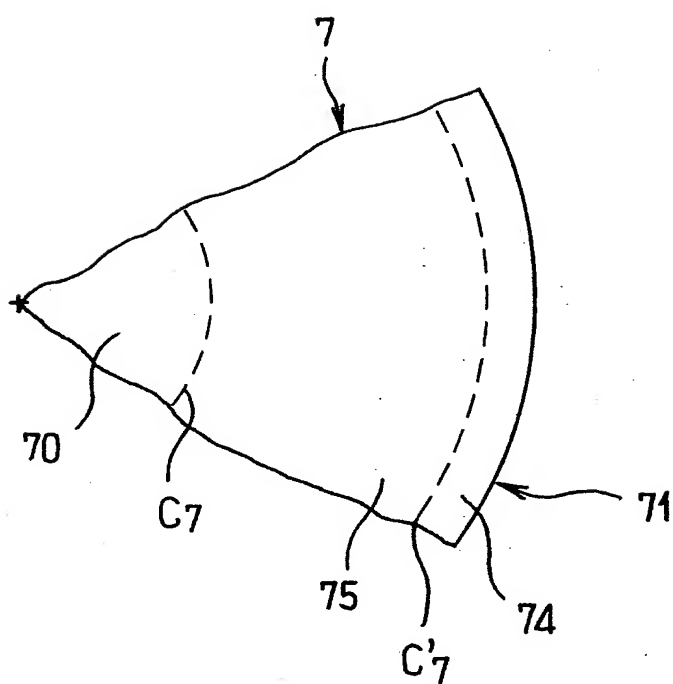


L/L

FIG. 7

4 / 4

FIG.7





BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*03

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		239528/D.19898R
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0209020
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
"Procédé d'augmentation de l'aire d'une couche utile de matériau reportée sur un support"		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES		
DESIGNE(MT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	MALEVILLE
	Prénoms	Christophe
Adresse	Rue	90, rue du Château
	Code postal et ville	3181610 LA TERRASSE
Société d'appartenance (facultatif)		
2	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
3	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
BRANGER Jean-Yves Mandataire CPI N° 92-4010		

